

## NON-RETURN VALVES

Publication number: DE2619516

Publication date: 1977-11-10

Inventor: KOEHLER HUBERT; SCHMIDT FRITZ

Applicant: SIEMENS AG

Classification:

- international: *F04B53/10; F16K15/02; F04B53/10; F16K15/02; (IPC1-7): F04B21/02*

- european: F04B53/10D; F16K15/02C2B

Application number: DE19762619516 19760503

Priority number(s): DE19762619516 19760503

Also published as:



NL7704800 (A)

JP52134103 (A)

GB1541792 (A)

FR2350482 (A1)

CH604005 (A5)

more >>

**Report a data error here**

Abstract not available for DE2619516

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

51

Int. Cl. 2:

F 04 B 21/02

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DT 26 19 516 A 1

5

11

# Offenlegungsschrift 26 19 516

21

Aktenzeichen:

P 26 19 516.4-15

22

Anmeldetag:

3. 5. 76

43

Offenlegungstag:

10. 11. 77

30

Unionspriorität:

32 33 31

64

Bezeichnung:

Pumpe zur Förderung von gasförmigem und/oder flüssigem Helium mit mindestens einem selbsttätigen Ventil

71

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

72

Erfinder:

Köhler, Hubert; Schmidt, Fritz; 8520 Erlangen

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DT 26 19 516 A 1

Patentansprüche

① Pumpe zur Förderung von gasförmigem und/oder flüssigem Helium mit mindestens einem selbsttätigen Ventil, in dessen Ventilraum ein Ventilkörper mit einem Ventilteller beweglich angeordnet ist, der im geschlossenen Zustand des Ventils an einem Ventilsitz anliegt, und das mit Mitteln zur Führung des Ventilkörpers in dem Ventilraum versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Rauhtiefe der Oberfläche des Ventilsitzes (30), an welcher der Ventilteller (2) im geschlossenen Zustand des Ventils anliegt, sowie der entsprechenden Paßfläche (9) des Ventiltellers (2) kleiner als  $0,2 \mu\text{m}$  ist.

2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Rauhtiefe höchstens gleich  $0,1 \mu\text{m}$  ist.

3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper von einem Ventilteller (2) gebildet wird, der aus Titan oder einer Legierung mit einem hohen Titangehalt besteht.

4. Pumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilteller (2) ein scheibenförmiges Plättchen (3) enthält, an dessen Außenrand Nocken (5 bis 8) zur Zentrierung des Ventiltellers angeordnet sind und dessen dem Ventilsitz (30) zugewandte Oberfläche bis auf eine schmale Randzone die Rauhtiefe der Paßfläche (9) hat.

5. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen Ventilsitz (30) aus rostfreiem, unmagnetischem Edelstahl.

709845/0497

VPA 76 E 7521

ORIGINAL INSPECTED

Pumpe zur Förderung von gasförmigem und/oder flüssigem Helium  
mit mindestens einem selbsttätigen Ventil

Die Erfindung bezieht sich auf eine Pumpe zur Förderung von gas-  
förmigem und/oder flüssigem Helium mit mindestens einem selbst-  
tätigen Ventil, in dessen Ventilraum ein Ventilkörper mit einem  
Ventilteller angeordnet ist, der im geschlossenen Zustand des  
5 Ventils an einem Ventilsitz anliegt, und das mit Mitteln zur  
Führung des Ventilkörpers in dem Ventilraum versehen ist.

Selbsttätige Ventile werden im allgemeinen durch den Druck eines  
von außen auf die Ventilteller ihrer Ventilkörper einwirkenden  
10 Gases oder einer Flüssigkeit geöffnet. Sobald dieser Druck  
nachläßt oder ganz aufgehoben ist, schließen sie sich aufgrund  
eines entsprechenden Gegendrucks, der auf den Ventilteller von  
einer Ventalfeder, von dem in Gegenrichtung gepumpten Medium  
oder von dem Ventilteller selbst aufgrund seines Eigengewichts  
15 hervorgerufen wird.

Soll ein derartiges Ventil für eine Pumpe zur Förderung von  
gasförmigem und flüssigem Helium verwendet werden, so muß es  
so gestaltet sein, daß bei einem Einlaßvorgang die auf den  
20 Ventilteller von außen einwirkende Kraft des Gases oder der  
Flüssigkeit stets größer oder mindestens gleich der Kraft ist,  
mit welcher der Ventilteller von der Feder oder auch nur aufgrund  
seines Eigengewichts gegen den Ventilsitz gedrückt wird.

25 In Pumpen zur Förderung von flüssigem Helium muß nämlich eine  
Siedepunktserniedrigung vermieden werden, um ein Verdampfen des

VPA 76 E 7521

Slm 21 Hag / 29. 4. 1976

709845/0497

- Heliums zu verhindern. Diese Siedepunktserniedrigung ist die Folge einer Unterdruckausbildung, die bei einem Ansaugvorgang auftritt. Da flüssiges Helium bei Unterdruck sehr leicht verdampft, muß an den Einlaßventilen einer entsprechenden Pumpe ein Ansaugvorgang praktisch ausgeschlossen sein. Das an diese Ventile gelangende Helium muß somit nur aufgrund eines von außen einwirkenden Druckes diese Ventile öffnen und in den Pumpraum der angeschlossenen Pumpe strömen können.
- 5
- 10 Ferner darf an den Einlaßventilen einer solchen Pumpe keine wesentliche Erhöhung des Strömungswiderstandes auftreten; denn sonst würde auch beim Zurückweichen des Pumpenkolbens im Pump-  
raum der angeschlossenen Pumpe, bei dem das Helium in den Pump-  
raum strömen kann, an den Einlaßventilen ein gewisser  
15 Unterdruck entstehen.

- Unter einer Förderung von gasförmigem Helium ist zu verstehen, daß die Pumpe Heliumgas in allen Temperaturbereichen, also beispielsweise auch bei Raumtemperatur fördern kann. Da  
20 aber Heliumgas eine besonders kleine Dichte im Vergleich zu anderen Gasen hat, müssen zumindest die Ventilkörper der Einlaßventile einer entsprechenden Pumpe eine sehr kleine Masse haben und ohne größere äußeren Kräfte zu betätigen sein. Sonst würde ein verhältnismäßig hoher äußerer Druck zur  
25 Öffnung dieser Ventile erforderlich werden.

- Eine Pumpe mit diesen zur Förderung von flüssigem oder gasförmigem Helium oder eines entsprechenden Zweiphasengemisches erforderlichen Merkmalen ist aus der deutschen Offenlegungsschrift 2 155 624 bekannt. Die Einlaßventile dieser als  
30 doppelt-wirkende Kolbenpumpe ausgelegten Pumpe enthalten als Ventilkörper lediglich einen Ventilteller, der zur seitlichen Führung mit an seinem Außenrand um 90° versetzten Nocken versehen sein kann. Als Ventilkörper bezeichnet man im allgemeinen das  
35 im Innenraum eines Ventilgehäuses bewegliche Bauteil, mit dem das Ventil geöffnet oder geschlossen wird.

Die Ventilteller der bekannten Pumpe bestehen aus dünnen Plättchen aus Hartaluminium (Dural).

Mit einer solchen Pumpe ist jedoch <sup>nur</sup> ein verhältnismäßig kleiner Förderdruck und eine entsprechend begrenzte Förderleistung zu erreichen. Dabei ist unter Förderdruck ein Druck zu verstehen, der von der Pumpe überwunden werden kann, um die Strömungswiderstände in den an die Pumpe angeschlossenen Vorrichtungen wie beispielsweise Wärmetauschern zu überwinden. Unter der Förderleistung ist die bei vorgegebenem Förderdruck von der Pumpe geförderte Menge an gasförmigem oder flüssigem Helium zu verstehen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die bekannte Pumpe so zu verbessern, daß ihr Förderdruck und ihre Förderleistung erhöht werden.

Diese Aufgabe wird für eine Heliumpumpe der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die maximale Rauhtiefe der Oberfläche des Ventilsitzes, an welcher der Ventilteller im geschlossenen Zustand des Ventils anliegt, sowie der entsprechenden Paßfläche des Ventiltellers kleiner als  $0,2 \mu\text{m}$ , vorzugsweise höchstens gleich  $0,1 \mu\text{m}$  ist.

Unter der maximalen Rauhtiefe einer Fläche versteht man dabei den Höhenabstand zwischen der größten Erhebung und der größten Vertiefung auf dieser Fläche.

Die Erfindung geht nämlich von der Erkenntnis aus, daß eine verhältnismäßig hohe Förderleistung einer Heliumpumpe mit einer guten Dichtigkeit seiner Ventile ermöglicht wird. An die Dichtigkeit eines Ventils einer Heliumpumpe müssen nämlich hohe Anforderungen gestellt werden, weil Helium die niedrigste Viskosität aller bekannten Medien hat. So beträgt beispielsweise die Viskosität von gasförmigem Helium bei 5 K etwa  $1,3 \cdot 10^{-5}$  Poise und die des flüssigen Heliums bei 4 K etwa  $3,6 \cdot 10^{-5}$  Poise. Selbst die Viskosität des flüssigen Heliums ist somit vergleichsweise

709845/0497

VPA 76 E 7521

noch niedriger als die aller sonst bekannten gasförmigen Stoffe. So hat z.B. gasförmiger Wasserstoff bei 300 K eine Viskosität von etwa  $9 \cdot 10^{-5}$  Poise. Das Helium kann also durch kleinste Spalte zwischen dem Ventilteller und dem Ventilsitz dringen, 5 so daß die Förderleistung dadurch entsprechend vermindert wird. Die Vorteile der Heliumpumpe nach der Erfindung liegen also darin, daß diese Gefahr weitgehend ausgeschlossen ist. Insbesondere sind nur kleine Stellkräfte zum Öffnen und Schließen des Ventils erforderlich und wird dennoch eine hohe Dichtigkeit 10 erreicht.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung des Ventils gemäß der Erfindung kann der Ventilkörper von einem Ventilteller gebildet werden, der aus Titan oder einer Legierung mit einem hohen Titan- 15 gehalt besteht. Die bewegte Masse des Ventilkörpers kann somit sehr klein gehalten werden, da die spezifische Dichte dieses Metalls verhältnismäßig klein ist. Auf Oberflächen aus diesem Material erhält man die geforderte hohe Oberflächengüte beispielsweise durch Läppen und Polieren. Dieses Material hat darüber hinaus 20 den Vorteil, daß es auch bei kryogenen Temperaturen sehr hart ist, so daß beim Betrieb des Ventils in einer Heliumpumpe die Gefahr von Kratzern in den Oberflächen, die zur Vergrößerung der Rauhtiefe führen, nicht besteht. Ferner ist Titan unmagnetisch, so daß eine Heliumpumpe mit derartigen Ventilen auch in der Nähe von 25 supraleitenden Magneten störungsfrei betrieben werden kann.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung und deren in den Unter- ansprüchen gekennzeichneten Weiterbildungen wird auf die schematische Zeichnung Bezug genommen, in deren Fig. 1 der 30 Ventilteller eines Ventils einer Pumpe nach der Erfindung veranschaulicht ist. Die Fig. 2 bis 4 zeigen eine Ausführungsform eines Ventils mit dem Ventilteller nach Fig. 1 im geschlossenen bzw. geöffneten Zustand. In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungs- möglichkeit eines Ventils einer Pumpe nach der Erfindung wieder- 35 gegeben. Fig. 6 zeigt als Ausführungsbeispiel in einem Diagramm die Förderleistung einer Heliumpumpe gemäß der Erfindung im Vergleich zu einer entsprechenden bekannten Ausführungsform.

709845/0497

VPA 76 E 7521

Der in Fig. 1 in Aufsicht gezeigte Ventilteller 2 des Ventils einer Pumpe nach der Erfindung besteht im wesentlichen aus einem scheibenförmigen Plättchen 3. Dieses Plättchen ist an seinem Rand mit vier um  $90^\circ$  in Umfangsrichtung versetzt angeordneten, radial nach außen gerichteten Nocken 5 bis 8 oder entsprechenden Fortsätzen versehen. Die Enden dieser Nocken können zweckmäßig an der Innenwand eines in der Figur nicht dargestellten hohlzylindrischen Ventilgehäuses entlanggleiten und so den Ventilteller 2 in zentrischer Lage bezüglich dieses Ventilgehäuses halten. In der Figur ist ferner eine ringförmige Paßfläche 9 auf der Oberfläche des Plättchens 3 angedeutet, mit welcher der Ventilteller im geschlossenen Zustand des Ventils an einem entsprechenden Ventilsitz anliegt. Das Ventilplättchen 3 besteht vor-  
15 teilhaft aus Titan oder einer Legierung mit hohem Titangehalt. Es kann mit den Nocken oder Fortsätzen auch aus einem Stück gefertigt sein.

Dieser Ventilteller ist für ein Ventil vorgesehen, das in Fig. 2 in einem Längsschnitt veranschaulicht ist. Dieses Ventil kann  
20 beispielsweise das Einlaßventil einer nicht näher ausgeführten Helumpumpe sein, die zur Förderung von flüssigem oder gasförmigem Helium oder einem entsprechenden Zweiphasengemisch vorgesehen ist. Die Durchlaßrichtung durch das Ventil verläuft vertikal von oben nach unten. Die Strömungsrichtung des Heliums ist durch Pfeile 10 angedeutet. Das Ventil enthält ein hohl-  
25 zylindrisches Gehäuseteil 12, das mit einem Deckelteil 14 versehen ist und einen Innenraum 15 umschließt. Das Deckelteil 14 ist ringscheibenförmig ausgebildet und mit einer konzentrischen Bohrung 16 mit vorgegebenem Durchmesser versehen, durch die in  
30 den Ventilraum 15 über eine in der Figur nur angedeutete Zuführungsleitung 17 das Helium eingeleitet werden kann. Am unteren Ende des Ventilgehäuseteils 12 wird der Ventilraum 15 durch ein dem Deckelteil 14 entsprechendes Bodenteil 19 mit einer Bohrung 20 begrenzt, durch die das Helium in den Pumpraum der Helumpumpe  
35 gelangt. Auf dem Bodenteil 19 ist innerhalb des Ventilraumes 15 und konzentrisch zu diesem ein hohlzylindereiförmiger Anschlagkörper 22 angeordnet, auf dem der Ventilteller 2 im geöffneten

709845/0497

VPA 76 E 752:



Zustand des Ventils aufliegen kann. Dieses Bauteil ist käfigartig gestaltet, d.h. es enthält an seinem oberen Rand einen Ring 23, der mittels einzelner, vertikal und parallel zu der Innenwand des Gehäuseteils 12 verlaufender Stege 24 bis 26 innerhalb des Ventilraums 15 mit einem vorgegebenen Abstand zu dem Deckel- und Bodenteil 14 bzw. 19 gehalten wird. Der Außendurchmesser des Ringes 23 ist vorteilhaft kleiner als der Innendurchmesser des Gehäuseteils 12, um so den Strömungswiderstand des Ventils zu begrenzen.

10

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform eines Ventils kann das Bodenteil 19 und der Anschlagkörper 22 ein gemeinsames Bauteil bilden, das von unten an das Ventilgehäuseteil 12 angesetzt, beispielsweise angeschraubt werden kann.

15

Aus dem hohlzylinderförmigen Anschlagkörper 22 ragt eine Feder 28 heraus, die sich an dem Bodenteil 19 abstützt und den Ventilteller 2 an das Deckelteil 14 des Ventils drückt, so daß die Bohrung 16 durch den Ventilteller 2 geschlossen ist. Ein die Bohrung 16 umschließender, ringförmiger Kranz des Deckelteiles 14 dient dabei als Ventilsitz 30. Da die spezifische Dichte des Materials, aus dem der Ventilsitz besteht, für eine Heliumpumpe von untergeordneter Bedeutung ist, kann zweckmäßig das Deckelteil 14, mindestens aber der Ventilsitz 30 aus rostfreiem, unmagnetischem Stahl gefertigt sein.

25

Um eine sehr gute Abdichtung zwischen dem Deckelteil 14 und dem Ventilteller 2 zu erreichen, ist die dem Ventilteller zugewandte Oberfläche des Ventilsitzes 30 sowie mindestens die entsprechende ringförmige Paßfläche des Ventiltellers 2, die in Fig. 1 mit der Bezugsziffer 9 versehen ist, so glatt gearbeitet, daß deren Rauhtiefe kleiner 0,2  $\mu$ m ist. Eine hohe Förderleistung der Heliumpumpe erhält man nämlich erst mit einer so geringen Oberflächenrauigkeit. Zweckmäßig wird nicht nur die ringförmige Paßfläche 9 des Ventiltellers 2, sondern sein gesamtes Ventilplättchen 3 nach Fig. 1 einer entsprechenden Oberflächenbearbeitung unterzogen.

35

In den Fig. 3 und 4 ist ein Längsschnitt bzw. ein Querschnitt durch ein Ventil im geöffneten Zustand veranschaulicht. Die Gestaltungsmerkmale dieses Ventils entsprechen denen des Ventils nach Fig. 2. Da vorteilhaft der Außendurchmesser des Ringes 23 des Anschlagkörpers 22 etwas kleiner als der Innendurchmesser des Gehäuseteils 12 und der Außendurchmesser des Plättchens 3 des Ventiltellers 2 kleiner als der Innendurchmesser dieses Ringes 23 gewählt werden, liegt der Ventilteller 2 nur mit seinen Nocken 5 bis 8 auf dem Ring 23 auf. Es bleibt dann zwischen dem Ring 23 und dem Plättchen 3 eine ringförmige Zone frei, die nur durch die Nocken unterbrochen ist. Durch diese Zone, die in Fig. 4 mit 32 bezeichnet ist, kann direkt das Helium an dem Plättchen 3 vorbeiströmen. Der entsprechende Heliumstrom ist durch gestrichelte und mit Kreuzen gekennzeichnete Linien 34 angedeutet. Darüber hinaus kann auch das Helium von außen aus dem mit 35 bezeichneten Bereich zwischen dem Anschlagkörper 22 und der Innenwand des Gehäuseteils 12 zwischen den Stegen 24 bis 26 des Anschlagkörpers 22 hindurch nach innen in den vom Anschlagkörper 22 umschlossenen Raum treten und von dort zu der Bohrung 20 in dem Bodenteil 19 gelangen. Dieser Heliumstrom ist durch gestrichelte und mit Ringen gekennzeichnete Linien 36 angedeutet. Mit dieser Gestaltung des Anschlagkörpers 22 und des Ventiltellers 2 wird gewährleistet, daß der Strömungsquerschnitt zwischen der Einlaßbohrung 16 im Deckelteil 14 und der Auslaßbohrung 20 im Bodenteil 19 bei geöffnetem Ventil nicht verkleinert ist und somit eine Erhöhung des Strömungswiderstandes des Ventiles vermieden wird.

In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform eines Ventils nach der Erfindung als Längsschnitt veranschaulicht. Gegenüber der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ausführungsform eines Ventils ist dieses Ventil um  $180^\circ$  gedreht, so daß der Ventilteller 2 im geschlossenen Zustand des Ventils eine Bohrung in dessen Bodenteil abschließt. Aufgrund des Eigengewichts des Ventiltellers kann bei dieser Ausführungsform auf eine Feder verzichtet werden. Dieses Ventil wird beispielsweise im Boden eines Heliumpumpengehäuses als Einlaßventil in den Pumpraum vorgesehen.

Im Ausführungsbeispiel des Ventils einer Heliumpumpe nach der Erfindung gemäß den Fig. 2 bis 4 besteht der Ventilteller 2 aus Titan mit einem Gesamtgewicht von beispielsweise 0,73 g. Sein Außendurchmesser einschließlich der Nocken 5 bis 8 beträgt etwa 16,8 mm, der seines Plättchens 3 etwa 12,8 mm. Dieses Plättchen hat eine Stärke von etwa 1,5 mm. Die Rauhtiefe seiner Oberfläche ist in mehreren Poliergängen, beispielsweise durch Lappen und anschließendes Polieren, auf etwa 0,1  $\mu$ m abgearbeitet. Die Feder 28 ist aus 0,3 mm starkem, nicht rostendem Federstahl mit 5 Windungen und einem Außendurchmesser von 13 mm gefertigt und hat im entspannten Zustand eine Länge von 25 mm. Im eingebauten Zustand ist sie bei geschlossenem Ventil auf 17 mm zusammengestaucht und drückt den Ventilteller mit einer Kraft von etwa 0,88 N gegen den Ventilsitz 30 aus rostfreiem Edelstahl. Der Innendurchmesser des Gehäuseteils 12 beträgt etwa 17 mm, der Außendurchmesser des etwa 0,4 mm breiten Ringes 23 etwa 14 mm. Die Bohrungen 16 und 20 haben einen Durchmesser von 11 mm. Da ein Ansaugvorgang bei einer Heliumpumpe zu vermeiden ist, muß also von dem zu fördernden Helium auf den Ventilteller jedes Einlaßventils einer solchen Pumpe eine äußere Kraft einwirken, die mindestens 0,082 N beträgt.

Im Diagramm der Fig. 6 ist die Förderleistung einer doppelwirkenden Heliumkolbenpumpe in Abhängigkeit von der Anzahl von Huben  $H$  pro Minute ihres Pumpkolbens aufgetragen. Die Förderleistung ist in Litern l an flüssigem Helium pro Stunde gemessen. Der Pumpkolbendurchmesser ist etwa 32 mm, und die Ein- und Auslaßventile der Pumpe haben die vorbeschriebenen Maße. Mit einer bekannten Ausführungsform dieser Pumpe, beispielsweise gemäß der deutschen Offenlegungsschrift 2 155 624, erhält man dann eine Förderleistung gemäß den beiden gestrichelt eingezeichneten Kurven I und II, wobei die untere Kurve I bei einem Gegendruck von 0,6 bar, die obere Kurve bei einem Gegendruck von 0 bar erreicht wird. Unter dem Gegendruck ist dabei ein Druck zu verstehen, der gegen die Auslaßventile dieser Pumpe wirkt und dem Förderdruck der Pumpe entspricht. Dieser Druck wird beispielsweise aufgrund von Widerständen in den an die Pumpe angeschlossenen

709845/0497

Vorrichtungen hervorgerufen. Bei der bekannten Ausführungsform haben die Ventile die in den Fig. 1 bis 3 angegebene Gestalt, wobei Ventilteller aus Hartaluminium (Dural) mit einer Oberflächenrauigkeit von etwa  $4 \mu\text{m}$  und einem Gewicht von 5 0,48 g vorgesehen sind. Werden nun gemäß der Erfindung die Ventile dieser bekannten Pumpe mit Ventiltellern aus Titan mit einer Oberflächenrauhtiefe von  $0,1 \mu\text{m}$  versehen und die aus rostfreiem Edelstahl bestehenden Ventilsitze auf eine entsprechende Rauhtiefe poliert, so erhält man höhere Förderleistungen gemäß den 10 durchgezogenen Kurven III und IV bei einem Gegendruck von 0,6 bar bzw. 0 bar.

Dem Diagramm ist insbesondere zu entnehmen, daß bei der bekannten Ausführungsform eine Erhöhung der Hubzahl wesentlich über 15 250 Hube/min hinaus keine weitere Steigerung des Volumendurchsatzes der Pumpe bewirkt. Dies ist hauptsächlich mechanischen Beschädigungen der Oberfläche ihrer Ventilplättchen zuzuschreiben, die zu einer Verringerung der Dichtigkeit der Ventile führt. Dagegen wird mit den Ventilen gemäß der Erfindung sowohl bei 20 250 Huben/min gegenüber der bekannten Ausführungsform bereits ein höherer Volumendurchsatz erreicht. Dieser läßt sich noch dadurch steigern, daß eine höhere Hubzahl/min der Pumpe vorgesehen werden kann, ohne daß die Gefahr von Beschädigungen der Ventilplättchen besteht. Diese Tatsache ist insbesondere auf 25 die Härte des Materials der Ventilplättchen zurückzuführen, aufgrund derer die Beschädigungen der abdichtenden Flächen der Ventile weitgehend vermieden werden.

Bei den Ausführungsbeispielen von Ventilen gemäß den vorstehenden 30 Fig. 1 bis 5 ist zwar davon ausgegangen, daß die in dem Ventilgehäuse beweglich angeordneten Ventilkörper nur von einem Ventilteller gebildet werden. Es sind jedoch auch andere Ventilkörperformen, beispielsweise mit einem stielartigen Schaft verwendbar, falls die Voraussetzungen für eine Förderung von flüssigem und 35 gasförmigem Helium erfüllt werden. Diese Voraussetzungen müssen besonders für die Einlaßventile erfüllt sein. Da an den Auslaßventilen der Pumpe keine Unterdruckausbildung im flüssigem Helium

709845/0497

zu befürchten ist, können auch andere Ventilformen für eine entsprechende Pumpe vorgesehen werden.

5 Patentansprüche

6 Figuren

VPA 76 P 7524 BRD (1/1)

2619516

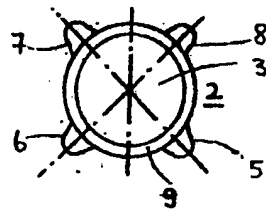


Fig. 1

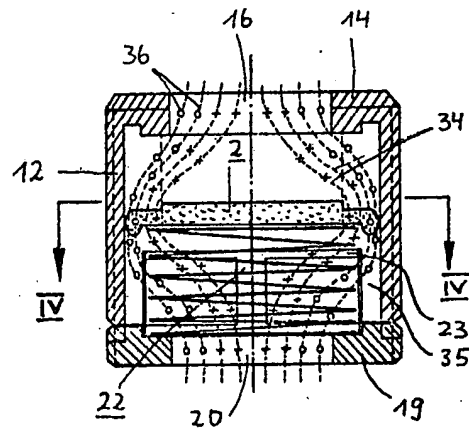


Fig. 3

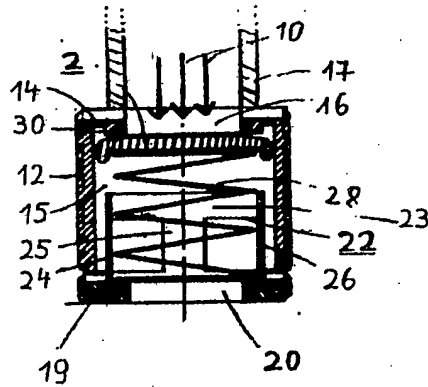


Fig. 2

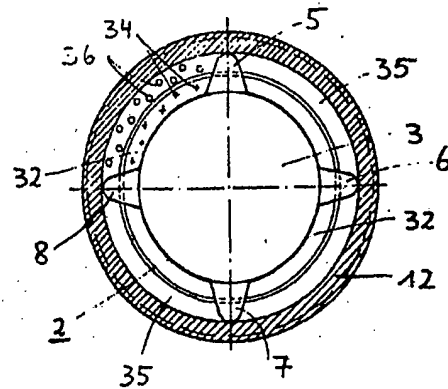


Fig. 4

709845/0497

. 12.

2619516

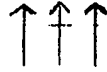
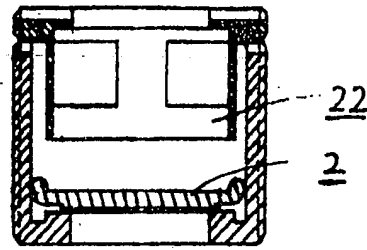


Fig. 5

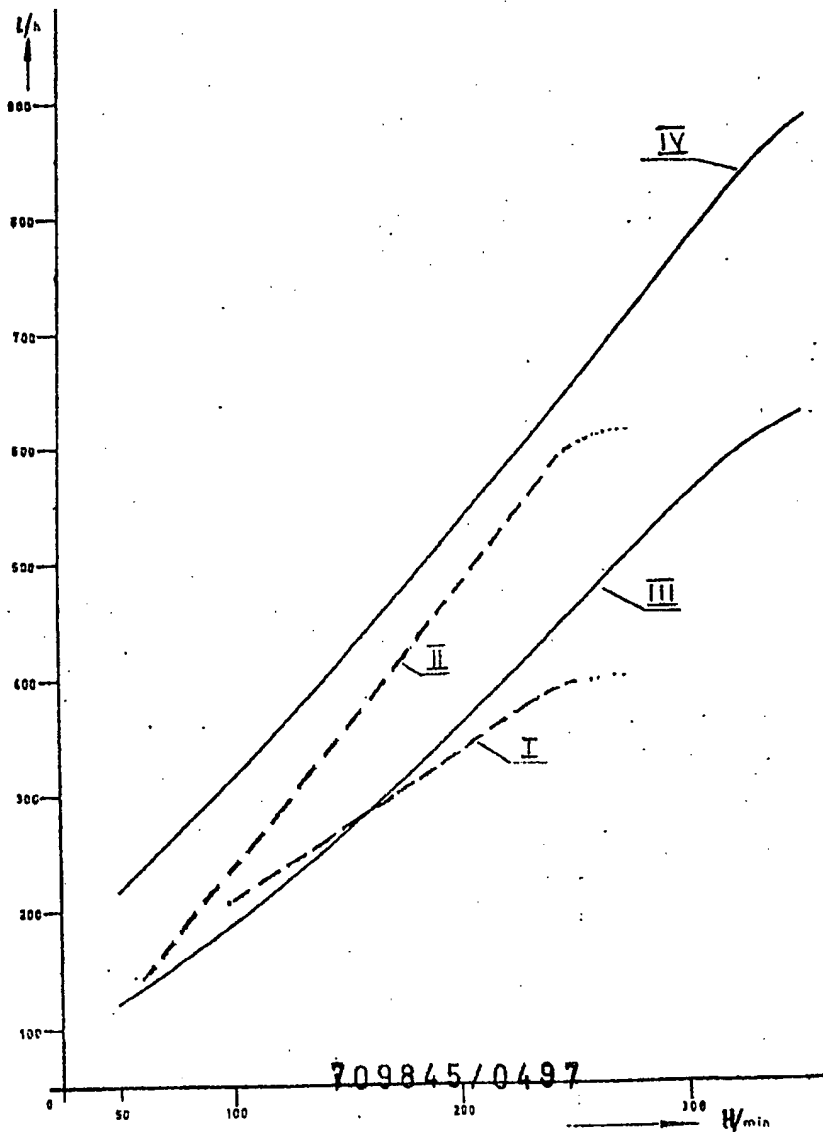


Fig. 6